

Angabe zum 1. Programm, Maschinenelemente Konstruktionsübungen I
(LVA 306.625) und (LVA 306.636)

Name: **Böck Christian**

Mat.Nr.: 0325184

Angabe aus dem SS 05

Es ist ein

Gleitlager

für folgende Leistungsdaten zu entwerfen und konstruieren.

Belastung F:	12000 N
Drehzahl n:	950 1/min
Werkstoff der Lagerschale:	Stahlguß mit Weißmetallausguß
Zentrierung Oberteil-Unterteil:	Außermittige Teilung
Deckelverschraubung mit:	Stiftschrauben
Befestigung des Lagers auf:	Sohlplatte

Hinweise:

Die **Rechnung** ist laut Vorbesprechung vollständig auszuführen.

Die **Konstruktion** ist so durchzuarbeiten, daß das Lager vollständig festliegt und angefertigt werden könnte. Darzustellen ist auch die Befestigung am Wandarm bzw. auf der Sohlplatte. Die Konstruktion hat eindeutig (Schnitte) und montierbar zu sein und ist auszuführen in Form von:

Zusammenstellungszeichnung in drei Rissen (Normformat, Maßstab 1:1) und
Werkstattzeichnung (Normformat) nach Angabe des Betreuers

Nicht zu vergessen ist die **Stückliste** (vollständig ausgeführt).

Dieses Blatt ist als Deckblatt der Rechnung zu verwenden !

$$b/d = 0,8$$

$$d = 80 \text{ mm} \Rightarrow b = 64 \text{ mm}$$

$$\text{Öl: VG 32} \Rightarrow \rho = 900 \text{ kg/m}^3$$

$$\eta_{50} = 21 \text{ mPa}\cdot\text{s} = 21 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

$$\omega = \frac{n \cdot \pi}{30} = \frac{950 \cdot \pi}{30} = 99,5 \frac{1}{\text{s}}$$

$$v = r \cdot \omega = 0,04 \cdot 99,5 = 3,979 \approx 4 \text{ m/s}$$

$$p_m = \frac{F}{b \cdot d} = \frac{12000}{80 \cdot 64} = 2,34 \text{ N/mm}^2 \approx 2,5 \text{ bar} = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$p_{m\max} \text{ laut II/400 für Weißmetalle} \approx 900 \div 1200 \text{ N/cm}^2 = 9-12 \text{ N/mm}^2$$

$$\Rightarrow p_m < p_{m\max} \checkmark$$

$$p_m \cdot v = 2,3 \cdot 3,979 = 9,95 \Rightarrow \text{künstliche Kühlung}$$

Passung: H6/d6

$$80 \text{ H6} = 80^{+49}_{-0}$$

Laut DIN EN ISO 286 Teil 2

$$80 \text{ d6} = 80^{+100}_{-49}$$

Spaltgröße:

$$\max: 79 - (-119) = 198 \mu\text{m}$$

$$\min: 0 - (-100) = 100 \mu\text{m}$$

$$\psi_{\max} = \frac{0,198}{80} = 1,725 \text{ ‰}$$

$$\psi_{\min} = \frac{0,100}{80} = 1,25 \text{ ‰}$$

Sommerfeldzahl:

$$S_{0\max} = \frac{2,344 \cdot 10^6 \cdot 1,725^2 \cdot 10^{-6}}{21 \cdot 10^{-3} \cdot 99,5} = 3,34 \checkmark$$

$$S_{0\min} = \frac{2,344 \cdot 10^6 \cdot 1,25^2 \cdot 10^{-6}}{21 \cdot 10^{-3} \cdot 99,5} = 1,75 \checkmark$$

Tröpfenvolumen:

$$V = r^2 \pi \cdot b = 40^2 \cdot \pi \cdot 64 = 322 \text{ cm}^3 = 322 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Übergangszahl:

$$z_0 = \frac{12000}{21 \cdot 10^{-3} \cdot 322 \cdot 10^{-6} \cdot 10^7} = 177,5$$

$$\frac{D}{z_0} = \frac{950}{177,5} = 5,4 > 3 \checkmark$$

2)

Mittelwerte:

$$\psi_m = \frac{1,725 + 1,25}{2} = 1,4875\%$$

$$S_{om} = \frac{3,244 \cdot 10^6 \cdot 1,4875^2 \cdot 10^{-6}}{21 \cdot 10^3 \cdot 99,5} = 3,54$$

Schmierstoffschichtdicke:

$$\frac{h_0}{R_{\text{Schl}} - r_{\text{Welle}}} = 1 - \chi$$

$$\chi = 0,83 \quad \text{(out II/001)}$$

$$h_0 = (R_{\text{Schl}} - r_{\text{Welle}}) \cdot (1 - \chi) = \psi \cdot r \cdot (1 - \chi) = 0,0014875 \cdot 40 \cdot (1 - 0,83) = 0,00101$$

$$= 10,1 \mu\text{m} > 4 \mu\text{m} \quad \checkmark$$

Ölmenge:

$$\frac{1}{S_0} = 0,28249$$

$$\frac{\dot{q}}{w \cdot \psi} = 0,18 \quad \text{(out II/002)}$$

$$\dot{q} = w \cdot r \cdot \psi \cdot 0,18 = 0,15 \cdot 99,5 \cdot 0,0014875 \cdot 0,0014875 = 0,001065645$$

$$\dot{Q} = \dot{q} \cdot 2 \cdot r \cdot l = 0,001065645 \cdot 2 \cdot 0,04 \cdot 0,064 = 5,456 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Reibwert:

$$P_r = \mu \cdot F \cdot v$$

$$\frac{\mu}{\psi} > 1,5 \Rightarrow \mu = 1,5 \cdot \psi = 1,5 \cdot 1,4875 \cdot 10^{-3} = 2,23 \cdot 10^{-3}$$

$$P_r = 2,23 \cdot 10^{-3} \cdot 12000 \cdot 3,779 = 106,5 \text{ W}$$

$$P_{rx} = P_r \cdot \frac{P_m \cdot v - 25}{P_m \cdot v} = 106,5 \cdot \frac{99,5 - 25}{99,5} = 79,7 \text{ W}$$

Kühlung:

$$\dot{Q}_{\text{öl}} = 5,456 \cdot 10^{-6} = \frac{P_{rx}}{c_{\text{öl}} \cdot \Delta \vartheta_{\text{öl}}}$$

$$\Delta \vartheta_{\text{öl}} = \frac{P_{rx}}{c_{\text{öl}} \cdot \dot{Q}_{\text{öl}}} = \frac{79,7 \cdot 10^3}{1680 \cdot 5,456} = 8,7 \text{ K} < 10 \text{ K} \quad \checkmark$$

$$\Delta \vartheta_{\text{w}} \approx \frac{1}{2} \Delta \vartheta_{\text{öl}} = 4 \text{ K}$$

$$\dot{Q}_{\text{w}} = \frac{P_{rx}}{c_{\text{w}} \cdot \Delta \vartheta_{\text{w}}} = \frac{79,7}{4116 \cdot 10^3 \cdot 4} = 4,75 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

3) Ölkohlen:

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{Öl}}}{\pi \cdot v}}$$

$$v = 0,5 \text{ m/s}$$

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,45 \cdot 10^6}{0,5 \cdot \pi}} = 3,7 \text{ mm} \approx 4 \text{ mm}$$

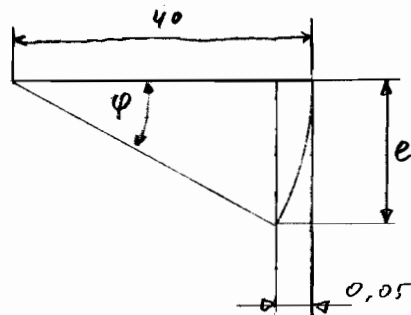
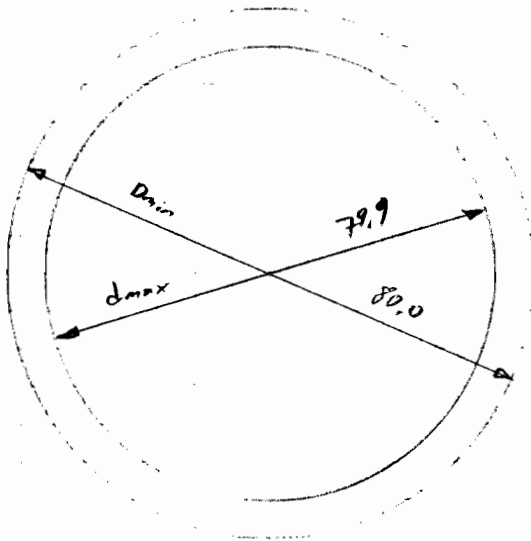
$$\theta_m = \frac{(\dot{V}_{\text{Ölmax}} - \dot{V}_{\text{Wmax}}) + (\dot{V}_{\text{Ölmin}} - \dot{V}_{\text{Wmin}})}{2} = \frac{(58,7 - 24) + (55 - 20)}{2} = 32,5 \text{ K}$$

$$A_K = d_i \cdot \pi \cdot l = \frac{P_{\text{Kk}}}{k \cdot \theta_m}$$

$$k = 100$$

$$l = \frac{P_{\text{Kk}}}{d_i \cdot k \cdot \theta_m} = \frac{79,7}{0,0037 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 32,5} = 2,1 \text{ m}$$

Unterscheidung der Lagerleitung



$$40 \cdot (1 - \cos \varphi) = 0,05$$

$$1 - \frac{0,05}{40} = \cos \varphi \Rightarrow \varphi = \arccos\left(1 - \frac{0,05}{40}\right) = 2,865^\circ$$

$$e = 40 \cdot \sin \varphi = 40 \cdot \sin 2,865^\circ = 1,9994 \text{ mm} \approx 2 \text{ mm}$$

da Teilung bei 5mm müssen 3mm eingelegt werden

4) Durchbiegung der Lagerschale:

$$b = 64 \text{ mm}$$

$$F = 12000 \text{ N}$$

$$h = 0,13 \cdot d + 3 = 0,13 \cdot 80 + 3 = 13,4 \text{ mm} \approx 14 \text{ mm}$$

$$r = 40 \text{ mm}$$

$$R = r + h = 54 \text{ mm}$$

$$I_x = \left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi} \right) (R^4 - r^4) - \frac{8R^2 r^2 (R-r)}{9\pi (R+r)}$$

$$= \left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi} \right) (5,4^4 - 4^4) - \frac{8 \cdot 5,4^2 \cdot 4^2 \cdot (5,4 - 4)}{9\pi (5,4 + 4)} = 45,568 \text{ cm}^4$$

$$e_1 = \frac{4}{3\pi} \frac{R^2 + Rr + r^2}{R+r} = \frac{4}{3\pi} \frac{5,4^2 + 5,4 \cdot 4 + 4^2}{5,4 + 4} = 3,214 \text{ cm}$$

$$e_2 = R - e_1 = 5,4 - 3,214 = 2,38576 \text{ cm}$$

$$f_{\max} = \frac{5F \cdot l^3}{384EI} < 2 \mu\text{m}$$

$$\Rightarrow l = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 384 \cdot EI}{5F}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 384 \cdot 210000 \cdot 45,568}{5 \cdot 12000}} = 107 \text{ mm}$$

$$l > b \Rightarrow \text{5 Rollen werden benötigt}$$

$$s = 25 \text{ mm}$$

$$c = b - 2s = 64 - 2 \cdot 25 = 14 \text{ mm}$$

$$l = c + \frac{3}{2}s = 14 + \frac{3}{2} \cdot 25 = 44 \text{ mm}$$

5)

Schrauben:

$$F_{smin} = \frac{12 \cdot 9,5}{2} = 9 \text{ kN}$$

$$d_s = 0,15 d = 0,15 \cdot 80 = 12 \text{ mm}$$

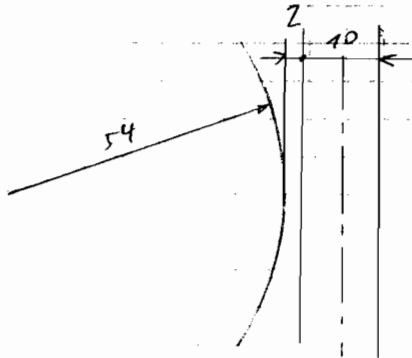
für Klasse 4.6

$$G_2 = 4 \cdot 60 = 240 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A = \frac{F}{G} = \frac{9000}{240} = 37,5 \text{ mm}^2 \Rightarrow M 10 \dots A_s = 58 \text{ mm}^2$$

$$F_{smax} = A_s \cdot G_2 = 58 \cdot 240 = 13,9 \text{ kN}$$

Moment im Gehäuse:



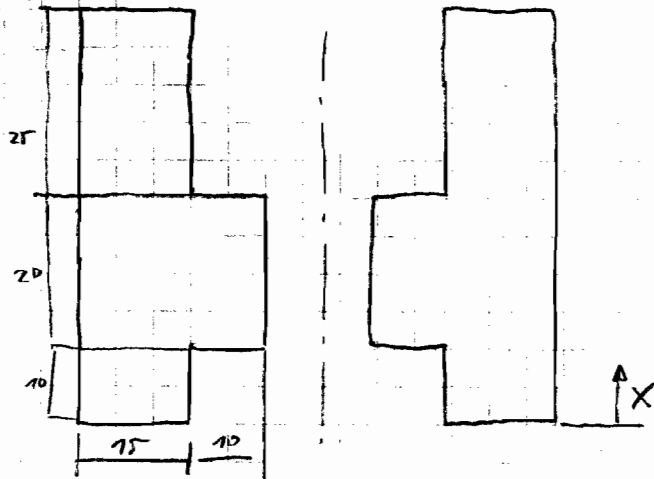
$$L = 54 + 2 + \frac{10}{2} = 61 \text{ mm}$$

$$M_b = F_{smax} \cdot L = 13,9 \cdot 61 = 848 \text{ Nm}$$

$$G_b = \frac{M_b}{W} \approx 60 \div 80 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \dots 60 \text{ gewählt}$$

$$\Rightarrow W_{min} = \frac{M_b}{G} = \frac{848000}{60} = 14,1 \text{ cm}^3$$

6) Deckel:



$$I = \sum \left(\frac{b_i \cdot h_i^3}{12} + b_i \cdot h_i \cdot (s_i - e_s)^2 \right)$$

$$e_s = \frac{\sum (b_i \cdot h_i \cdot s_i)}{\sum (b_i \cdot h_i)} = \frac{1,5 \cdot 1,5 \cdot 2,75 + 1,2 \cdot 2}{5,5 \cdot 1,5 + 1,2} = 2,6 \text{ cm}$$

$$I = 2 \cdot \left(\frac{1,5 \cdot 5,5^3}{12} + 1,5 \cdot 5,5 (2,75 - 2,6)^2 + \frac{1,2 \cdot 2^3}{12} + 1,2 \cdot (2 - 2,6)^2 \right) = 44,7 \text{ cm}^4$$

$$W_{Zug} = \frac{I}{e_1} = \frac{I}{4 - e_s} = \frac{44,7}{5,5 - 2,6} = 15,4 \text{ cm}^3 > 14,7 \text{ cm}^3 \checkmark$$

$$W_{Druck} = \frac{I}{e_s} = \frac{44,7}{2,6} = 17,2 \text{ cm}^3 > 14,7 \text{ cm}^3 \checkmark$$

Boden:

$$M_b = M - \Delta M$$

$$\Delta M = \frac{F_{ax}}{r} = \frac{12 \cdot 10}{r} = 152,8 \text{ Nm}$$

$$M_b = 848 - 152,8 = 695,2 \text{ Nm}$$

$$\sigma = \frac{M_b}{W} \approx 60 \div 80 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \dots 65 \text{ gewählt}$$

$$W_{min} = \frac{M_b}{\sigma} = \frac{695,2}{65} = 10,6 \text{ cm}^3$$

bei allen Auflagen wie Deckel.

$$W = 15,4 > 10,6 \checkmark$$

7)

Schraubplatte:

$$F_r = F \cdot \mu = 72 \cdot 0,15 = 10,8 \text{ kN}$$

Gewinde M8 $\Rightarrow d_k = 6,466 \Rightarrow$ Freifisch $d_F = 6 \text{ mm}$ innen 3 mm Bohrung \Rightarrow

$$A = \frac{\pi}{4} (d_F^2 - d_i^2) = \frac{\pi}{4} (6^2 - 3^2) = 21,2 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{zul} = 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{10800}{21,2} = 85 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \checkmark$$

Sohlplatte:

Stahl-Balken Querschnitt $a = 3 \text{ mm}$ Stahl-Balken Länge $L = 4 \cdot (2 \cdot 50) = 400 \text{ mm}$

$$A = L \cdot a = 1200 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{12000}{1200} = 10 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{zul} = 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Sicherheit } s = \frac{\sigma_{zul}}{\sigma} = \frac{100}{10} = 10 \quad \checkmark$$